

Penggunaan Algoritma Genetika untuk Desain Topologi *Mesh* pada Jaringan Fisik Telekomunikasi

Ridwansyah*

Abstrak

Paper ini bertujuan untuk mendesain topologi mesh yang biasanya berada pada jaringan fisik telekomunikasi level atas. Topologi mesh ini menggunakan pendekatan desain multi ring, dimana dalam proses desainnya akan ditentukan jumlah node dan ring untuk membentuk topologi mesh. Terdapat beberapa metode optimasi yang biasa digunakan dalam perencanaan jaringan fisik telekomunikasi, salah satu metode yang dapat digunakan adalah Algoritma Genetika. Pada jurnal ini, gen-gen yang digunakan pada desain menggunakan representasi kode biner.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Mesh, biner, gen, kromosom, node.

Abstract

This paper aims to design a mesh topology which is usually located at the top level physical network telecommunications. This mesh topologies using multi-ring design approach, where in the design process will be determined the number of nodes and the ring to form a mesh topology. There are several optimization methods commonly used in physical planning of telecommunication networks, one method that can be used is a Genetic Algorithm. In this journal, the genes used in the design using a binary code representation.

Keywords: Genetic Algoritm, mesh, biner, gen, kromosom, node.

1. Pendahuluan

Perencanaan jaringan telekomunikasi yang optimal memerlukan pertimbangan dari beberapa solusi-solusi yang potensial. Tujuan dari proses perencanaan itu sendiri adalah untuk mendapatkan suatu desain optimal yang memenuhi kebutuhan berdasarkan batasan secara teknik dan ekonomi. Pada kondisi tertentu, sulit untuk memenuhi seluruh batasan yang ditetapkan secara optimal, sehingga terkadang dapat diperoleh lebih dari satu solusi.

Model jaringan telekomunikasi dapat digambarkan dengan *node* dan *link* yang digunakan untuk menghubungkan suatu *node* ke *node* lainnya. Penggambaran suatu jaringan telekomunikasi dinotasikan sebagai $G = (V, E)$, dimana V = kumpulan *node* dan E = kumpulan *link*. Apabila $i, j \in V$, berarti *link* yang menghubungkan titik i ke titik j dituliskan dengan notasi (i, j) . Jarak $d(i, j)$ adalah merupakan jarak terpendek yang menghubungkan kedua *node* i dan j , dan apabila kedua *node* tersebut tidak tersambung maka jaraknya ∞ .

Pada penggambaran jaringan dengan *adjacency matriks*, suatu jaringan G dengan n *node* digambarkan sebagai matriks A : $n \times n$, dimana elemen a_{ij} adalah jumlah *link* yang menghubungkan *node* i dan *node* j . a_{ij} berharga 1 apabila i dan j berhubungan, sedangkan 0 apabila tidak. Sifat-sifat dari *adjacency matriks* adalah $a_{ij} = a_{ji}$ (simetris dan biner), $a_{ii} = 0$ apabila

* Jurusan Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar.

jumlah elemen dari baris i sama dengan valensi dari *node* i , dan dua jaringan G_1 dan G_2 dapat sama meskipun label dari *node* berbeda.

Permasalahan dalam mengidentifikasi *sub-network* yaitu menemukan *sub-network* yang akan meminimumkan *cost* jaringan total jika *demand* antara pasangan *node* dan sekumpulan interkoneksi *link* transmisi antara kedua *node* tersebut disediakan. Suatu *sub-network* adalah sebuah kumpulan entitas dari layer fisik (*node* dan *link*), maka masalah pemilihan jalan terbaik, seperti *cost* yang minimum, dengan menghubungkan entitas fisik dari sebuah *sub-network* yang diberikan merupakan hal yang penting.

Algoritma Genetika menggunakan konsep kromosom DNA seperti pada reproduksi secara biologi, yaitu dengan cara mengkodekan problem dan solusi sebagai rangkaian dari suatu pengkodean. Deretan kode tersebut merupakan model kromosom yang akan direproduksi secara biologi.

Setiap rangkaian kode pada kromosom akan menggambarkan karakter-karakter dari suatu solusi. Hal tersebut mirip struktur DNA pada setiap individu dan merupakan gambaran gen pembawa dari individu tersebut.

Kumpulan kromosom merupakan kandidat yang terpilih secara probabilistik untuk di reproduksi, sementara gen setiap orang tua akan diturunkan pada anaknya. Kromosom dari kode solusi yang baik, akan direproduksi dengan peluang yang lebih tinggi. Algoritma Genetika akan mengawinkan pasangan gen-gen orang tua agar menghasilkan gen-gen keturunan dengan cara memecah masing-masing vektor kedua orang tua pada bagian-bagian tertentu dan menyilangkan suatu bagian dari vektor orang tua pertama dengan bagian yang sama dari vektor orang tua lainnya dan sebaliknya.

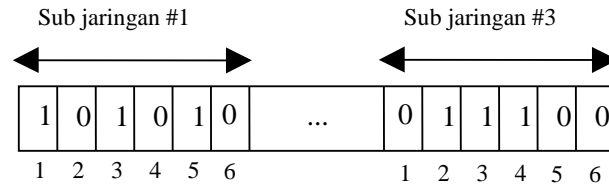
Operator Genetika yang digunakan untuk mendapatkan populasi terpilih dengan kualitas baik adalah *Reproduksi*, *Crossover* dan *Mutasi*. Fungsi obyektif menggunakan aturan apakah kromosom tersebut akan tetap hidup atau mati. Kromosom yang mempunyai harga cukup dari suatu fungsi obyektif akan dipilih untuk proses reproduksi, sedangkan yang tidak akan tersingkir.

2. Jaringan Mesh Menggunakan Algoritma Genetika

Pada umumnya node-node yang akan dihubungkan dengan jaringan telekomunikasi topologi mesh adalah node-node yang mempunyai total trafik tertinggi dari node-node yang lain dari masing-masing klaster (*cluster*). Node-node ini mempunyai fungsi khusus untuk interkoneksi jaringan dengan klaster lainnya.

Sebagaimana yang telah diketahui sebelumnya bahwa topologi ring merupakan acuan dalam perencanaan jaringan karena faktor keandalannya, sehingga banyak tulisan yang membahas masalah tersebut dengan berbagai tinjauan spesifik (White *et al.*, 1997; Morley *et al.*, 1999; Grover *et al.*, 2001). Berdasarkan hal tersebut maka pada perencanaan jaringan mesh ini menggunakan pendekatan desain multi-ring. Struktur kromosom yang digunakan adalah representasi biner dan panjang setiap kromosom adalah sama dengan nilai ($N \times S$) seperti terlihat pada Gambar 1. Parameter-parameter berikut yang harus diperhatikan adalah

- (1) Total node (N) adalah jumlah node hub,
- (2) Jumlah sub-jaringan (S) yang diinginkan,
- (3) Jumlah minimum (N_{\min}^S) node setiap sub-jaringan (S) dan
- (4) Setiap nilai satu dapat menjadi milik lebih dari sub jaringan.



$N = 6$ $S = 3$ Node pada sub jaringan #1: 1, 3 dan 5

$N_{min}^s = 1, N_{max}^s = 3$ Node pada sub jaringan #3: 2, 3 dan 4

Gambar 1. Struktur Kromosom Jaringan Mesh.

Populasi awal kromosom dihasilkan dengan cara pemilihan node dengan cara acak tetapi menjamin bahwa jumlah node N dalam setiap sub-jaringan S minimal sama dengan N_{min}^s .

Pada penentuan fungsi obyektif jaringan mesh digunakan pendekatan fungsi obyektif pada jaringan ring. Oleh karena hasil itu jaringan mesh yang dibentuk terdiri dari beberapa jaringan ring, sehingga fungsi obyektifnya adalah jumlah total biaya dari ring dengan mempertimbangkan trafik yang terjadi pada jaringan serta biaya investasi dari link antara dua node. Apabila total trafik adalah aliran trafik dari i ke j dan dari j ke i (*bidirectional*) maka

$$u(i,j) = t(i,j) + t(j,i) \text{ untuk } j > i,$$

$$d(i,j) = \text{jarak antara node } i \text{ dan } j.$$

Fungsi obyektifnya adalah

$$Z(T) = \min_{T \in \tau} \sum_i \sum_{j>i} u(i,j).d(i,j).$$

3. Metode Penelitian

Desain menggunakan asumsi bahwa hubungan antara *node-node* adalah *fully-meshed*, dengan tujuan agar seluruh kemungkinan solusi dapat diselidiki. Pada desain jaringan ini dianggap bahwa tidak tersedianya sumber daya pada jaringan sehingga digunakan pendekatan *greenfield* yang umumnya digunakan untuk perencanaan jangka panjang.

Perencanaan ini menggunakan 10 *node* dan data jarak antar *node* berdasarkan letak geografis masing-masing kota tersebut yang merupakan sentral-sentral telekomunikasi di seluruh Indonesia. Pemilihan node-node tersebut berdasarkan jumlah trafik masuk dan keluar terbesar pada satu wilayah.

4. Hasil dan Pembahasan

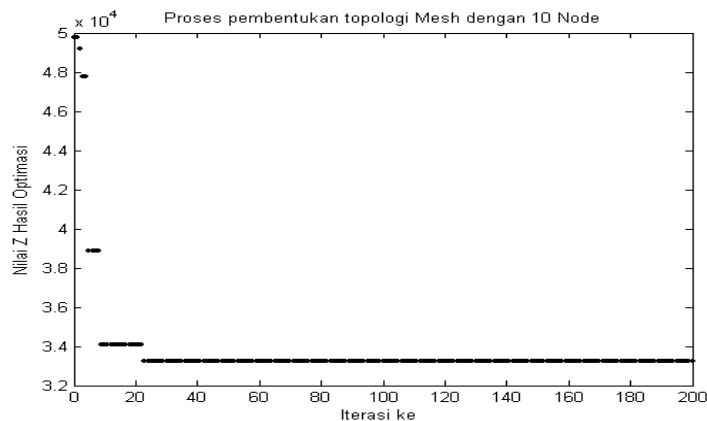
Pada Gambar 2 diperlihatkan sebaran 10 *node* yang digunakan untuk pembentukan jaringan telekomunikasi topologi mesh. Ini merupakan kondisi awal sebelum perencanaan.



Gambar 2. Sebaran 10 Node.

Setelah mengetahui keseluruhan node-node, maka kemudian ditentukan matrik hasil perkalian matriks trafik dan matriks jarak antar node-node tersebut. Keseluruhan node ini akan dibentuk jaringan mesh yang terdiri dari 3 ring. Sehingga hasil yang diperoleh menggambarkan hubungan fisik antar node tersebut.

Pada pembentukan jaringan mesh ini menggunakan 5 kromosom pada setiap populasi, dengan jumlah iterasi sebanyak 200. Berdasarkan grafik hasil yang diperoleh pada Gambar 3, terlihat bahwa harga optimumnya adalah 33306.69.

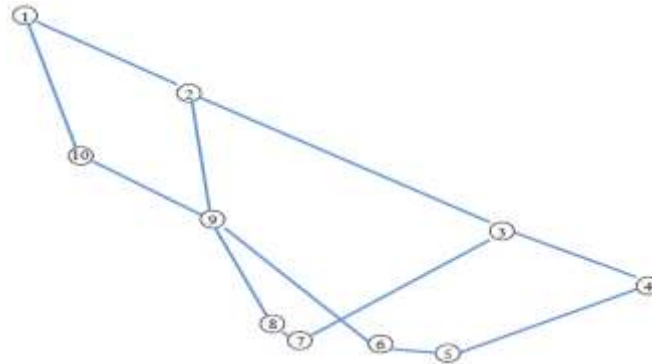


Gambar 3. Proses Algoritma Genetika Jaringan Mesh 10 Node.

Node-node yang membentuk jaringan mesh untuk setiap siklus ring adalah

- Siklis 1, node : 4, 3, 2, 9, 6, 5
- Siklis 2, node : 7, 3, 2, 9, 8
- Siklis 3, node : 2, 9, 10, 1

Gambar 4 berikut memperlihatkan hasil dari siklus node di atas yang membentuk topologi mesh.



Gambar 4. Hasil proses Jaringan Mesh 10 Node.

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa desain topologi mesh menggunakan Algoritma Genetika berhasil dengan baik dengan membentuk jaringan mesh berdasarkan desain multi ring.

5. Kesimpulan

Dari proses simulasi yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil proses pembentukan jaringan telekomunikasi topologi mesh dengan 10 node dengan iterasi sebanyak 200 kali, diperoleh nilai optimum sebesar 33306.69.
2. Metode Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mendesain topologi mesh jaringan fisik telekomunikasi. Ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang menghasilkan topologi mesh yang berdasarkan dari tiga topologi ring.
3. Perlunya kehati-hatian untuk menentukan representasi biner yang akan digunakan pada Algoritma Genetika, dimana hal tersebut akan menggambarkan hasil yang akan dicapai.

Daftar Pustaka

- Chartrand, G. dan Oellermann, O.R., 1993. *Applied and Algorithmic Graph Theory*. McGraw-Hill, USA.
- Gen, M. dan Cheng, R., 1997. *Genetic Algorithms & Engineering Design*. John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Grover, W.D. dan Doucette, J., 2001, "Increasing the efficiency of span-restorable mesh networks on low-connectivity graphs", *3rd International Workshop on Design of Reliable Communication Networks (DRCN)*, Hungary.
- Hanselman, D. dan Littefield, B., 2001. *Matlab, Bahasa Komputasi Teknik*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Karunanithi, N. dan Carpenter, T., 1997, "Sonet ring sizing with Genetic Algorithms", *Computers Ops Res.*, Vol. 24, No.6.
- Morley, G.D. dan Grover, W.D., 1999, "Current approaches in the design of ring-based optical networks", *Proceedings of the IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, Canada.

- Seuranen, E., 2003, "Travelling Salesman Problem (TSP) with Genetic Algorithms", Website: <http://www.hut.fi/~eseurane/projects/TSP/>, diakses Januari 2008.
- Stidsen, T. dan Glenstrup, A.J., 2004, " Quantifying optimal mesh and ring design costs", *Naval Research Logistics*, Vol. Preprint, 1 – 14.
- Sugiharto, J., 2003. *Optimasi topologi jaringan telekomunikasi menggunakan Algoritma Genetika*, Tesis Magister Sistem Informasi Telekomunikasi.
- White, A.R.P., Mann J.W., dan Smith, G.D., 1997. *Genetic Algorithms and Network Ring Design*.